

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 85

Année Scolaire 1912 - 1913

RECHERCHES HISTOLOGIQUES

SUR LA

ZONULE DE ZINN CHEZ LES OISEAUX

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

~~(SECTION DE MÉDECINE)~~

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 10 Mai 1913

PAR

Maurice PIGNÈDE

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX DE LYON

EX-INTERNE A L'ASILE DÉPARTEMENTAL DU RHONE

Né à Nîmes, le 9 juillet 1883



MALOINE, ÉDITEUR

LYON

Rue de la Charité, 6

PARIS

Rue de l'École-de-Médecine, 25

Mai 1913

RECHERCHES HISTOLOGIQUES
SUR LA
ZONULE DE ZINN
CHEZ LES OISEAUX

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 85

Année Scolaire 1912-1913

RECHERCHES HISTOLOGIQUES
SUR LA

ZONULE DE ZINN
CHEZ LES OISEAUX

THÈSE

POUR LE DOCTORAT ~~DE L'UNIVERSITÉ DE LYON~~

~~(SECTION DE MÉDECINE)~~

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 10 Mai 1913

PAR

Maurice PIGNÈDE

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX DE LYON

EX-INTERNE A L'ASILE DÉPARTEMENTAL DU RHONE

Né à Nîmes, le 9 juillet 1885



MALOINE, ÉDITEUR

LYON

Rue de la Charité, 6

PARIS

Rue de l'École-de-Médecine, 25

Mai 1913

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ. DOYEN.
COURMONT (J.). ASSESSEUR.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CHAUVEAU, AUGAGNEUR, SOULIER, TRIPIER, CAZENEUVE, LÉPINE,
PIERRET, BEAUVISAGE.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. TEISSIER.
	ROQUE.
	BARD.
	PONCET.
Cliniques chirurgicales	JABOULAY.
	FABRE.
Clinique obstétricale et Accouchements	ROLLET.
Clinique ophtalmologique	NICOLAS.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	LEPINE (Jean).
Clinique des maladies mentales	WEILL.
Clinique des maladies des enfants	POLLOSSON (A.).
Clinique des maladies des femmes	CLUZET.
Physique médicale.	HUGOUNENQ.
Chimie médicale et pharmaceutique	MOREL.
Chimie organique et Toxicologie	MOREAU.
Matière médicale et Botanique	GUIART.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	TESTUT.
Anatomie	RENAUT.
Anatomie générale et Histologie	MORAT.
Physiologie	COLLET.
Pathologie interne	LESIEUR.
Pathologie et Thérapeutique générales	PAVIOT.
Anatomie pathologique	POLLOSSON (M.).
Médecine opératoire	COURMONT (P.).
Médecine expérimentale et comparée	LACASSAGNE.
Médecine légale	COURMONT (J.).
Hygiène	PIC.
Thérapeutique	FLORENCE.
Pharmacologie	

PROFESSEURS ADJOINTS

Physiologie, cours complémentaire	MM. DOYON.
Maladies des oreilles, du nez et du larynx.	LANNOIS.
Pathologie externe	VALLAS.
Maladies des voies urinaires.	ROCHET.

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chimie minérale	MM. BARRAL,	agrégé
Propédeutique chirurgicale	BERARD,	—
Propédeutique de gynécologie	CONDAMIN,	—
Chirurgie infantile	NOVE-JOSSERAND,	—
Accouchements	COMMANDEUR	—
Embryologie	REGAUD,	—
Anatomie topographique	PATEL,	—
Botanique	BRETIN.	—
Chirurgie expérimentale	VILLARD,	—
Clinique infantile	MOURIQUAND,	—
Propédeutique urologique	GAYET.	—
Déontologie et médecine professionnelle	MARTIN (Et.).	—

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
REGAUD.	MARTIN (Et.).	BRETIN.	MOURIQUAND.
COMMANDEUR.	LAROYENNE.	LERICHE.	ARLOING (F.).
GAYET.	VORON.	THEVENOT.	GUILLEMARD.
NEVEU-LEMAIRE.	NOGIER.	TAVERNIER.	PIERY, ch...
PATEL.	LATARJET.	CADE.	SAVY, ch...

M. BAYLE, Secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. GUIART, Président ; RE AUT, Assesseur ;
MM. LATARJET et THÉVENOT, Agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A la mémoire de mon ami PAUL MONTET

A mon Président de Thèse

Monsieur le Professeur GUIART

Professeur de Parasitologie

A Monsieur le Professeur RENAUT

Correspondant de l'Institut
Membre de l'Académie de Médecine

A Monsieur le Professeur agrégé LATARJET

Chef des travaux d'Anatomie

A Monsieur le Professeur agrégé THÉVENOT



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553413_0050

INTRODUCTION

Il existe de nombreux travaux sur la zonule de Zinn. Sa signification histologique, son origine, son développement ont été minutieusement étudiés dans ces dernières années. Il importait de les bien connaître, car la zonule joue un rôle capital dans le phénomène de l'accommodation. Elle rend compte au cristallin de la contraction du muscle ciliaire. C'est par son intermédiaire que les modifications de ce muscle sont transmises au cristallin. « Son importance est telle qu'aujourd'hui le problème si complexe de l'accommodation de l'œil aux distances se réduit en réalité à savoir quelle est l'attitude et le rôle des fibres zonulaires lors de la contraction du muscle ciliaire (Mawas).

Il est donc naturel que les histologistes se soient attachés à déterminer sa signification histologique, son origine et ses rapports, soit avec le corps ciliaire, soit avec le corps vitré. Malgré tout le soin qu'ils ont apporté à cette tâche, la lumière n'est pas définitivement faite sur l'histologie de la zonule.

Des opinions contradictoires ont été émises dans ces derniers temps. Il n'est point de résultats sur la valeur

desquels tous les auteurs s'accordent. Ce qui paraît évident aux uns ne semble pas moins inexact aux autres.

C'est pourquoi, nous avons cru qu'il était intéressant et utile de rechercher où se pouvait trouver la vérité et de tenter dans la mesure de nos moyens une mise au point aussi précise que possible. Nous avons donc, à notre tour, étudié cette importante question de l'histologie oculaire; et notre attention s'est portée de préférence sur la zonule des oiseaux qui, jusqu'à maintenant, n'a été l'objet que de rares et insuffisantes recherches.

Dans le travail actuel nous avons dessein d'établir si la zonule des oiseaux présente les mêmes caractères que celle des autres vertébrés ou des caractères différents, si les fibres qui la composent proviennent du corps vitré comme le prétend le professeur von LENHOSSEK, ou de la rétine ciliaire et de quelle manière enfin il est juste de concevoir leur véritable nature.

Sur tous ces points d'histologie, nous essayerons de projeter quelque lumière et d'énoncer les conclusions qui nous paraissent exactes.

Nous avons divisé notre travail comme il suit :

Tout d'abord, nous avons dressé un historique complet des nombreuses recherches qui jusqu'à ce jour ont été effectuées sur la zonule, afin de résumer les opinions variées qui ont été émises à son sujet depuis qu'elle sollicite l'attention des histologistes.

Après cet historique, nous avons indiqué les différentes techniques dont nous nous sommes servi pour nos examens histologiques.

Puis nous avons consacré un court aperçu à la rétine ciliaire des oiseaux. Cela étant fait, nous avons abordé

la question qui nous intéresse et après avoir décrit les fibres zonulaires nous avons essayé d'établir leur origine et leur nature.

Pour terminer nous avons tiré de notre travail les conclusions qui nous semblaient devoir en résulter.

CHAPITRE PREMIER

Historique.

La zonule a été étudiée dès le xviii^e siècle. Les premiers auteurs l'ont considérée pour la plupart comme une différenciation du corps vitré et de la membrane hyaloïde. Citons notamment PETIT (1723), Antoine MAITRE-JAN (1740), SAINT-YVES (1767). D'après PETIT, la membrane hyaloïde se dédoublerait au niveau des procès ciliaires et formerait deux portions, qui se rendraient l'une en avant du cristallin, l'autre en arrière.

Plus récemment, mentionnons parmi les histologistes qui rattachaient la zonule au corps vitré et à la membrane hyaloïde. KÖLLIKER (1868), SCHWALBE (1870), LIBERKÜHN (1872), IVANOFF (1873), RETZIUS (1894), SALZMANN (1900), DE WÆLE (1902), ANGELUCCI (1905).

Une deuxième opinion moins ancienne a considéré la zonule de Zinn comme une partie à la fois du corps vitré et de la rétine ciliaire. Cette théorie a eu pour défenseurs HEIBERG (1865), MERKEL (1870), CADIAT (1876), BERGER (1883-1903), HOCQUART et MASSON (1883), DE GARNIER (1891), ROCHON-DAVIGNEAUD (1895), M^{lle} TOUFFESCO (1906).

Enfin, nous nous trouvons en présence d'une troisième opinion qui différencie la zonule du corps vitré et de la

membrane hyaloïde et la place uniquement sous la dépendance de la rétine ciliaire.

ZINN a le premier séparé, au ^{xviii}^e siècle, la zonule du corps vitré et de la membrane hyaloïde. Mais c'est surtout à CLOQUET, dont le travail parut en 1828, que revient le mérite d'avoir soutenu que les fibres zonulaires prenaient naissance sur le corps ciliaire et se rendaient au cristallin.

Après lui, citons CLAEYS (1886), CZERMAK (1887), TOPOLANSKI (1871), COLLINS (1891), qui a étudié surtout le développement de la zonule, SCHOEN (1895-1899-1901).

AGABABOW, en 1897, soutenait, dans un mémoire intéressant, l'origine ciliaire des fibres de la zonule sans préciser toutefois dans quelle région de la rétine ciliaire elles se formaient.

Pour TERRIEN (1898), les fibres zonulaires ont l'origine indiquée par AGABABOW et il les considère comme des fibres de soutènement, des fibres de MÜLLER allongées.

DAMIANOFF (1899) prétend qu'elles seraient une sécrétion des cellules épithéliales de la couche interne de la pars ciliaris retinæ.

Ajoutons les noms de SCHULTZE (1899), VON SPEE (1902), METZNER (1903) et WOLFRUM (1908).

Celui-ci admet que les fibres zonulaires ont toutes une origine ciliaire. Plus particulièrement, ce serait le protoplasma des cellules claires, qui leur donnerait naissance. Les fibrilles zonulaires s'insèrent sur la limitante externe de la rétine ciliaire et traversent le protoplasma de la couche claire avant de passer dans la chambre postérieure. Quant à leur nature, l'auteur les considère comme des fibres névrogliales.

En même temps et indépendamment de Wolfrum MAWAS, dans une communication à l'Association des anatomistes, publiait les résultats de ses recherches sur l'origine et la signification histologique des fibres de la zonule de Zinn. Quelques mois après, il écrivait une note sur le même sujet à la Société de biologie et la complétait par un mémoire paru dans les *Archives d'anatomie microscopique*, en 1910.

« Il nous semble, disait-il, dans ce mémoire, que les fibres zonulaires sont d'origine ciliaire. Elles n'ont rien à voir avec les fibres du corps vitré, au moins chez l'adulte où leurs directions, leurs formes, leurs réactions histochimiques sont différentes. »

Il a montré, en outre, que les fibres zonulaires avaient toutes la même signification et naissaient sur la périphérie du corps ciliaire, aussi bien dans le fond des vallées ciliaires que sur les côtés latéraux et la tête des procès ciliaires, que la rétine ciliaire tout entière donnait des fibres zonulaires, quelle que fût la position des cellules claires par rapport à l'axe conjonctivo-vasculaire des procès ciliaires.

Quant à la nature des fibres zonulaires et à leur signification histologique, MAWAS ne les considère ni comme des fibres conjonctives, ni comme des fibres élastiques. Il insiste sur la facilité avec laquelle elles se colorent par les colorants électifs des substances collagènes et élastiques, par les colorants acides ou basiques, par les méthodes névrogliales. Sans trancher définitivement cette question, dans son premier travail et pour ne point préjuger de leur nature, il les considère comme des « formations exoplastiques » des cellules claires.

Tout dernièrement, MAWAS et MAGITOT (1912) ont fait paraître, dans les *Archives d'anatomie microscopique*, une étude sur le développement du corps vitré et de la zonule chez l'homme.

Dans ce travail, l'étude du développement de l'œil humain, faite sur des embryons de 8 millimètres jusqu'à des fœtus à terme et sur des yeux d'enfants, après la naissance, leur a permis de confirmer.

1° Que toute la rétine ciliaire contribue à la formation des fibres zonulaires. « Lorsque, sous la poussée et le pelotonnement de l'épithélium pigmentaire à ce niveau, les procès ciliaires font leur apparition, l'épithélium clair les revêt exactement et quel que soit l'emplacement que le hasard du développement assigne aux cellules claires, que celles-ci soient sur la tête d'un procès ou dans la profondeur d'une vallée ciliaire, elles n'en continuent pas moins à avoir leurs fibres correspondantes et à pourvoir à leur nutrition et à leur développement. »

2° Que les cellules claires seules donnent naissance aux fibres de la zonule et que celle-ci, ainsi d'ailleurs que les fibres du corps vitré, dont elles sont les homologues, sont des formations exoplastiques de la vésicule secondaire.

En 1911, von LENHOSSEK a publié un travail sur le développement et la nature histologique des fibres de la zonule. Comme ses observations ont porté sur l'étude du développement de la zonule chez le poulet, nous les résumerons d'une façon assez étendue.

Le professeur von LENHOSSEK estime que chez le poulet les fibres zonulaires ne naissent pas dans l'épithélium ciliaire. C'est aux dépens du corps vitré qu'elles se cons-

titueraient et il faudrait les considérer comme une condensation, un épaissement et un groupement des fibres du corps vitré.

Pour formuler cette opinion, il se base sur le fait que la zonule et le corps vitré ont la même origine embryologique. « C'est là le point le plus évident que j'ai trouvé » dit-il, et il ajoute : « non dans le sens, comme il a été compris, que les deux formations naissent du même sol, c'est-à-dire de la rétine, mais qu'au contraire le corps vitré se trouve être la matrice où les fibres zonulaires se forment.

« Les fibres de la zonule se forment tout d'abord par un épaissement des fibres vitréennes de la région antérieure de l'œil. Leur différenciation se fait, non pas en rapport avec l'épithélium ciliaire, mais en rapport avec le développement du corps vitré.

« Le corps vitré zonulaire se met d'abord en rapport avec le cristallin, puis beaucoup plus tard avec le corps ciliaire.

« Les fibres zonulaires s'insèrent alors sur la limitante interne de la rétine ciliaire. Comment se fait la jonction des fibres zonulaires avec la limitante interne de la rétine ciliaire ? Quel est le déterminisme et le mécanisme de cette soudure ? » — Il est difficile de le dire, répond von LENHOSSEK.

« Les faisceaux intra ou extra-épithéliaux ne sont pas la véritable suite des fibres zonulaires, mais quelque chose de différent. Ce sont des différenciations fibrillaires du protoplasma des cellules épithéliales qui se sont formées au niveau de la jonction des fibres zonulaires. »

Les recherches de von LENHOSSEK ont porté sur des

embryons de poulet, à différents stades de développement, fixés et colorés par la méthode de Cajal, pour la mise en évidence des neurofibrilles.

Ajoutons enfin, qu'il y a quelques mois BALDWIN (1912) a fait paraître un travail sur l'origine des fibres zonulaires, dans lequel il admet que celles-ci ont une origine et une signification mésodermiques, qu'elles sont formées par les cellules mésenchymateuses du corps vitré.

BALDWIN ne semble pas être suffisamment au courant des travaux de SEEFELDER, de MAWAS et MAGITOT, sur la véritable signification des cellules du corps vitré, qui sont, comme l'ont montré surtout ces deux derniers auteurs, des cellules névrogliales d'origine ectodermique, quelle que soit l'époque de leur apparition dans la cavité vitréenne avant, pendant, comme après, l'envahissement vasculaire et la formation du réseau hyaloïdien.

L'opinion de BALDWIN est adoptée par NUSSBAUM (1913).

Une opinion du même genre a été d'ailleurs émise il y a longtemps déjà par M. le professeur RENAUT, dans son traité d'histologie pratique (1899). Pour M. le professeur RENAUT, le corps vitré se réduit à une substance fondamentale homogène, dont le volume s'accroît peu à peu, mais où il existe des cellules migratrices comparables aux fibroblastes et des formations suturales.

CHAPITRE DEUXIEME

Objets d'études et technique.

OBJETS D'ÉTUDES

Nos observations ont porté uniquement sur des oiseaux adultes. Nous avons étudié les fibres zonulaires sur les animaux suivants :

Pigeon, canard, poulet, oie, chouette et tourterelle.

TECHNIQUE

Pour fixer nos pièces nous avons fait usage des trois fixateurs suivants :

Liquide de BOUIN :

Solution aqueuse saturée d'acide picrique.....	75 vol.
Formol pur.....	20 —
Acide acétique glacial.....	5 —

fixation 8 à 24 heures.

Liquide de TELLYESNICZKI :

Bichromate de potasse (solution aqueuse à 3 %)...	400 vol.
Acide acétique	5 —

fixation pendant vingt-quatre heures. Lavage à l'eau courante durant le même laps de temps. Alcools.

Liquide de ZENKER :

Bichromate de potassium (solution à 3 %/o)...	95 vol.
Sublimé.....	5 gr.
Acide acétique cristallisé.....	5 vol.

fixation pendant vingt-quatre heures. Lavage à l'eau courante pendant vingt-quatre heures. Alcool iodé. Alcools.

Les liquides de Bouin et de Zenker nous ont donné surtout de bons résultats pour l'emploi de l'héματοxyline au fer. Le liquide de Tellyesniczki pour l'emploi du procédé de MALLORY.

Après avoir laissé séjourner dans leur liquide fixateur les yeux entiers, nous avons eu soin, en les plaçant dans les différents alcools, d'enlever au moyen d'un coup de rasoir un segment plus ou moins grand de l'organe.

Par ce moyen, la déshydratation s'effectuait plus aisément. Le corps vitré, très riche en eau, se rétractait lentement, en cédant son eau aux alcools. Cette rétraction progressive n'entraînait pas un décollement de la rétine et de la choroïde, comme cela arrive souvent quand on déshydrate un œil fermé. Les yeux de nos oiseaux ont été inclus dans la celloïdine et dans la paraffine.

Colorations. — Pour colorer nos coupes, nous avons fait appel à plusieurs procédés de coloration.

D'abord aux procédés ordinaires (hématéine, éosine, hématéine van Gieson), ensuite à des procédés spéciaux.

1° Procédé de MALLORY, qui teint les fibres zonulaires en bleu (coloration de 10 minutes à la fuchsine acide avec une solution à 0 gr. 10 p. 100), les noyaux sont colorés

en rouge, fixation dans une solution d'acide phosphotungstique à 1 p. 100. Lavage à l'eau, enfin coloration avec liquide de Mallory, 1 minute (mélange de bleu d'aniline 0 gr. 5, orange, G 2 gr., acide oxalique, 2 gr., eau 100. Lavage et décoloration dans alc. à 80).

2° Procédé de l'hématoxyline au fer de HEINDENHAIN (mordantage durant 24 heures dans alun de fer à 10 p. 100 d'eau). Lavage à l'eau, puis séjour durant vingt-quatre heures dans solution d'hématoxyline. (IV de REGAUD.)

Dépigmentation. — Comme la question des rapports des fibres zonulaires avec l'épithélium pigmentaire n'est pas encore complètement élucidée et comme il est très difficile de faire des observations microscopiques sur les cellules pigmentaires, nous avons eu recours à l'emploi des dépigmentants d'usage en histologie et spécialement du procédé indiqué récemment par MAWAS à la Société de Biologie, car les autres procédés ont l'inconvénient d'altérer profondément les éléments anatomiques.

Aussi avons-nous employé l'acide chromique, qui nous a donné de bons résultats. En solution dans l'eau, à la dose de 1 ou 2 p. 100, l'acide chromique est un puissant décolorant. Nos coupes à la celloïdine ont séjourné durant vingt-quatre heures dans cette solution. Nos coupes à la paraffine, beaucoup plus minces, 10 ou 12 heures environ.

L'acide chromique est un dépigmentant dont l'action est beaucoup plus rapide que celle de l'eau oxygénée. Celle-ci, en effet, n'agit que très lentement, au bout de plusieurs semaines et demande un renouvellement constant.

L'acide chromique est aussi d'un emploi plus simple que le permanganate de potasse, puisqu'il ne nécessite aucun traitement complémentaire pour la dissolution du sel réduit sur les coupes. Il ne décolle pas ces coupes comme c'est la règle par les procédés au chlore et au permanganate.

Enfin, loin d'empêcher aucune coloration, il semble au contraire favoriser certaines d'entre elles (le procédé de Mallory, par exemple).

CHAPITRE TROISIEME

Description générale de la rétine ciliaire chez les oiseaux.

Chez les oiseaux la rétine ciliaire est très simple. Il n'y a pas, comme chez les mammifères, deux zones, une zone lisse et une zone plissée ; seule, la zone plissée existe, du moins chez les oiseaux que nous avons étudiés. Les procès ciliaires commencent presque immédiatement à la terminaison de la rétine. On voit même, sur certaines préparations, que les procès ciliaires commencent immédiatement après l'amincissement de la rétine, au niveau de l'ora serrata. Dans quelques cas, au contraire, on peut voir un certain nombre de cellules précéder l'apparition des procès ciliaires. Mais on ne peut pas les considérer comme formant un rudiment de zone lisse, puisque sur d'autres préparations on voit apparaître tout de suite les procès ciliaires.

Les premiers procès sont fins, allongés, aplatis, et se dirigent vers la partie antérieure de l'œil.

La rétine ciliaire est composée, comme chez les autres vertébrés, de deux rangées de cellules, l'une claire, sans pigment, l'autre pigmentée.

La première correspond à la rétine proprement dite, la deuxième à l'épithélium pigmentaire. La couche des cellules claires revêt, d'une façon ininterrompue, la cou-

che pigmentée. Elle est remarquable par son aspect finement strié. Elle est composée, depuis son apparition jusqu'à sa fusion avec l'épithélium postérieur de l'iris, d'une couche de cellules aplaties cubiques, possédant chacune un noyau.

Les cellules sont nettement limitées par une formation cuticulaire comparable à celle décrite chez les mammifères. Cette ligne de cuticulisation n'existe pas seulement sur la face interne des cellules claires, mais encore elle entoure complètement la cellule, comme on peut le voir sur une coupe oblique de cette couche. Il ne semble donc pas qu'il existe de limitante interne de la rétine ciliaire chez les oiseaux. Du côté opposé, c'est-à-dire du côté externe choroïdien, il en est de même. Cela confirme les dispositions remarquées chez les mammifères.

Le noyau de ces cellules ne présente rien de particulier. On n'y signale aucune figure de karyokinèse.

Ce qu'il importe le plus de signaler, c'est la striation régulière dans le sens de la hauteur de la cellule claire, striation qu'on aperçoit dès les premières cellules de la rétine et qui persiste jusque dans l'angle cilio-irien. Cette striation, disons-le tout de suite, est due aux fibres zonulaires.

La couche pigmentée de l'épithélium ciliaire fait suite directement à celle de la rétine. Elle est formée par des cellules très riches en pigment. Ces cellules sont très petites et forment une seule rangée au niveau des procès ciliaires.

Il ne semble pas qu'il y ait, chez les oiseaux, des prolongements épithéliaux pigmentés si fréquents chez les autres vertébrés et chez l'homme.

Il reste cependant, dans certaines régions du corps ciliaire, des cellules pigmentées qui ont une apparence épithéliale et qui sont exactement au-dessus de la couche pigmentée, mais comme on trouve un certain nombre d'autres cellules conjonctives pigmentées dans le stroma du corps ciliaire on ne peut admettre qu'il s'agit, dans ce cas, de cellules pigmentaires d'origine épithéliale. Ce fait a une certaine importance pour le problème de la sécrétion de l'humeur aqueuse. Il y a quelques années, COLLINS prétendit que les bourgeons épithéliaux pigmentés étaient les glandes qui sécrétaient l'humeur aqueuse.

Cette opinion a été combattue par MAWAS, qui a démontré que chez les mammifères et chez l'homme ces bourgeons devaient être considérés comme des invaginations pleines de cellules pigmentaires et que ces bourgeons ne s'ouvraient jamais directement dans la chambre postérieure.

BÜCHANAN a soutenu la même opinion que COLLINS. S'il est arrivé à démontrer l'existence de ces bourgeons, dont personne d'ailleurs n'a jamais douté, il n'a pas prouvé leur rôle glandulaire. Il ne nous semble pas logique d'admettre ce rôle, car chez les oiseaux il n'existe pas de bourgeons pigmentaires.

Il faut donc rejeter l'opinion de COLLINS et de BÜCHANAN et nier que l'épithélium pigmentaire sécrète seul l'humeur aqueuse.

CHAPITRE QUATRIEME

Recherches personnelles.

a) DÉFINITION DE LA ZONULE

Par définition on doit donner le nom de zonule (et tout le monde est d'accord sur ce point à l'heure actuelle) à l'ensemble des fibres qui constituent le ligament suspenseur du cristallin. Ces fibres ont comme points d'attache, d'une part, le cristallin, d'autre part, la rétine ciliaire.

Cette définition ne préjuge en rien d'ailleurs de la nature et de l'origine de la zonule que nous nous proposons d'élucider. C'est une simple définition topographique destinée à fixer les idées et à mettre de l'ordre dans notre étude.

b) DESCRIPTION DE LA ZONULE CHEZ LES OISEAUX

La zonule étant ainsi définie, sous quel aspect se présente-t-elle chez les oiseaux ?

Chez ces vertébrés, comme chez tous les autres vertébrés et chez l'homme, la zonule est composée de fibres que l'on peut suivre depuis la rétine ciliaire jusqu'au cristallin. Cette disposition anatomique est facile à constater sur une coupe transversale d'un œil de pigeon inclus dans la celloïdine.

Vue au faible grossissement, la zonule se présente sous la forme d'un triangle dont la base répond au cristallin, le sommet et l'un des côtés à la rétine ciliaire, l'autre côté au corps vitré. Ce triangle est très riche en fibres séparées les unes des autres par de minces intervalles et colorées en rose par l'éosine, en bleu par le procédé de Mallory, en noir par l'hématoxyline au fer.

Les fibres elles-mêmes résultent de la fusion de fibrilles les unes avec les autres. Elles sont particulièrement fines et longues chez les oiseaux, caractères que l'on peut expliquer par la petitesse des éléments anatomiques de la rétine ciliaire et l'étendue considérable du corps ciliaire.

Les fibres zonulaires en se rendant au cristallin suivent un chemin parallèle à la rétine ciliaire.

Mais où commencent-elles ? en quel endroit voit-on les premières fibres apparaître sur la rétine ciliaire ?

La plupart des coupes décèlent la présence de fibres un peu au-dessous de l'ora serrata. En réalité, il est possible d'en découvrir plus loin encore et sur certaines préparations le microscope permet d'apercevoir des fibres au niveau de l'ora serrata elle-même.

Elles commencent donc juste au niveau de l'ora serrata. Dans cette région, elles sont rares et minces. Il est difficile de les voir parfois et il faut une coloration énergique pour les mettre en évidence. Au fur et à mesure qu'elles s'approchent du cristallin elles deviennent plus denses et plus épaisses, par suite de l'adjonction de nouvelles fibrilles. C'est surtout au niveau des procès ciliaires qu'elles sont abondantes et nettes. Et ici nous en trouvons de deux sortes, les unes qui se rendent des procès

ciliaires au cristallin, les autres qui réunissent deux procès ciliaires voisins et constituent de véritables ponts fibreux. C'est particulièrement dans le fond des vallées ciliaires que ces fibres sont apparentes et c'est une disposition qu'on retrouve chez les autres vertébrés. Voilà pourquoi TERRIEN et M^{lle} TOUFFESCO ont soutenu que seuls les intervalles qui séparent deux procès ciliaires contenaient des fibres zonulaires. Mais cette opinion ne paraît pas justifiée, car une coloration suffisante et un examen attentif permettent de noter la présence de fibres sur tout le contour des procès ciliaires, aussi bien sur les côtés et sur la crête, que dans le fond des vallées.

Les fibres de la zonule bordent donc la rétine ciliaire depuis l'ora serrata jusqu'aux derniers procès ciliaires. Les plus voisines même paraissent s'accoler à elle de telle sorte qu'on les prendrait à première vue pour une membrane qui limiterait en dedans la couche claire de la rétine ciliaire. LENHOSSEK (1912), dans le travail que nous avons mentionné, admet l'existence d'une membrane limitante interne et prétend que c'est sur cette membrane que les fibres zonulaires viennent s'implanter.

Ce n'est là qu'une apparence, un artifice de préparation. Si l'on regarde une coupe transversale, l'opinion de LENHOSSEK (1911) paraît fondée, on s'imagine apercevoir une membrane qui borderait la rétine et ferait corps avec elle. Mais si on pratique dans un œil d'oiseau une coupe légèrement oblique, on ne trouve plus cette disposition anatomique. Il n'y a plus de membrane nette et l'on voit les fibrilles émerger directement de la surface des cellules claires. C'est pourquoi, comme l'ont fait remarquer MAWAS et MAGITOT (1912), il n'est pas légitime

d'admettre avec le professeur von LENHOSSEK, que les fibres zonulaires s'implantent sur la membrane limitante interne de la rétine ciliaire, puisque cette membrane n'existe pas en réalité.

Cela dit, quel est le trajet ultérieur des fibres zonulaires ? Descendent-elles plus bas que leur point d'émergence apparent sur une coupe vue au faible grossissement ou bien s'arrêtent-elles à la surface de la couche claire de la rétine ciliaire, comme le soutient von LENHOSSEK ?

Celui-ci prétend qu'elles ne sauraient aller plus loin, parce qu'elles sont une différenciation des fibres vitréennes. Or, il est difficile d'admettre une pareille théorie, étant donné qu'il y a, chez l'adulte du moins, une séparation absolue entre la zonule et le corps vitré. Tous deux n'ont que des rapports de voisinage, mais ne présentent point d'union certaine. Lorsque le corps vitré se rétracte sous l'action des fixateurs il n'entraîne pas dans sa réduction la zonule. Les fibres zonulaires ne sont arrachées de la surface de la rétine ciliaire que lorsqu'on enlève en même temps que le corps vitré le cristallin, ce qui s'explique par ce fait qu'elles sont plus solidement implantées sur le cristallin que sur la rétine ciliaire.

Puisqu'on ne peut rattacher les fibres zonulaires au corps vitré, il faut donc les rattacher à la rétine ciliaire et déterminer à quelle hauteur des cellules claires elles prennent naissance.

Nos préparations à la celloïdine et à la paraffine d'yeux de pigeon et de poulet nous ont montré qu'elles ne s'arrêtaient pas à la surface des cellules claires, mais pénétraient plus profondément. Sur une coupe de ces cellules

on peut voir colorées en bleu par la méthode de Mallory, en noir par l'héματοxylène au fer, des fibrilles minces et ténues. Elles forment, sur la coupe cellulaire, une striation longitudinale. On en trouve une quantité variable, quatre, cinq, parfois une seule et même point du tout. L'origine de ces fibrilles se produit à des niveaux différents. Certaines arrivent jusqu'au tiers externe de la cellule, d'autres vont plus loin, se prolongent jusqu'à la base de la cellule et viennent même, mais en très petit nombre, s'implanter sur la limitante externe qui sépare la couche claire et la couche pigmentée.

Il n'y a donc aucun doute à ce sujet. D'après les préparations que nous avons obtenues, les fibrilles zonulaires ne s'arrêtent pas à la surface des cellules claires. On peut les suivre à des hauteurs variables dans toute l'étendue des cellules jusqu'à la membrane limitante externe dans certains cas.

Cela étant posé, il est nécessaire de résoudre une autre question sur laquelle beaucoup d'histologistes partisans de l'origine ciliaire de la zonule ne sont pas d'accord.

Les uns prétendent, en effet, que les fibrilles s'arrêtent à la couche pigmentée, les autres soutiennent qu'elles franchissent la membrane limitante externe, pénètrent à l'intérieur de la couche pigmentée (TERRIEN) et que certaines fibrilles vont même, suivant l'opinion de METZNER, se perdre dans le muscle ciliaire.

Dans le but de vérifier ces deux assertions opposées et d'établir la plus plausible, nous avons dépigmenté la couche des cellules profondes par le procédé de décoloration que nous avons indiqué dans notre chapitre de technique. En laissant séjourner, durant vingt-quatre

heures, des coupes d'œil de pigeon dans une solution d'acide chromique à 2 p. 100, nous avons débarrassé la couche des cellules profondes de son pigment.

Il nous était dès lors facile de constater si les fibrilles que nous avons suivies dans la couche des cellules claires pénétraient dans celle des cellules profondes. Tous nos examens ont été négatifs. Nous ne sommes pas parvenu à établir l'existence de cette disposition anatomique admise par TERRIEN (1898) et METZNER (1903).

Nos constatations sur des coupes d'œil de pigeon confirment d'ailleurs à ce point de vue l'opinion de MAWAS sur la zonule des mammifères. Il s'est adressé à un animal albinos pour éviter les causes d'erreur qui pourraient être dues aux manœuvres un peu brutales de la dépigmentation et il n'a pas vu de fibrilles dépasser la membrane limitante externe de la rétine ciliaire et se perdre dans les cellules à pigments.

De nos différents examens il faut donc conclure que c'est dans la couche claire uniquement de la rétine ciliaire qu'on peut découvrir les fibrilles zonulaires, qu'elles s'étendent jusqu'au fond de chaque cellule, s'implantent sur la membrane limitante externe, mais ne pénètrent jamais dans la couche pigmentée.

Faut-il admettre que les fibrilles plongent dans le protoplasma des cellules claires, ou bien devons-nous croire qu'elles sont uniquement situées à leur périphérie ?

WOLFRUM a soutenu que sur certaines coupes d'œil de mammifères il avait rencontré la première disposition. Suivant lui, les fibres traverseraient le protoplasma des cellules et baigneraient dans sa masse.

Il est probable, quoique la difficulté d'obtenir des

préparations de rétine ciliaire très fines ne nous permette pas de l'affirmer d'une manière absolue, que, chez les oiseaux comme chez les mammifères, les fibrilles zonulaires sont toutes périphériques. Certaines préparations en tous cas le montraient.

Il est donc légitime d'admettre que les fibrilles proviennent de l'exoplasme cellulaire et qu'aucune d'elles ne traversent le protoplasma.

c) NATURE DES FIBRES ZONULAIRES

De tout ce que nous avons dit, il nous est facile d'énoncer quelle est la nature probable des fibres zonulaires.

Contrairement à l'opinion de TERRIEN, ces fibres zonulaires ne sont pas des fibres de Müller, puisque les fibres de Müller sont des cellules complètes avec des prolongements multiples.

Les fibres zonulaires ne doivent pas être rangées davantage sous la dépendance des fibres vitréennes, suivant l'opinion de von LENHOSSEK. Nous avons indiqué la séparation certaine qui existe entre le corps vitré et la zonule de Zinn dans l'œil adulte.

D'autre part, MAWAS et MAGITOT (1912) ont prouvé, dans leur étude sur le développement du corps vitré que les fibres zonulaires et les fibres du corps vitré ont une origine ciliaire. Ce ne serait donc pas du corps vitré que la zonule proviendrait, mais tous deux auraient une origine commune, et se différencieraient par la suite.

Il nous reste à admettre l'opinion formulée par Mawas sur la nature des fibres zonulaires. Pour lui, elles seraient des formations exoplastiques, produits de trans-

formation ou d'élaboration du protoplasma des cellules ciliaires différenciées à la périphérie des territoires cellulaires. Ce ne seraient ni des fibres élastiques, ni des fibres conjonctives, comme le prouvent leurs réactions histochimiques, ni des fibres de Müller.

On ne doit pas admettre l'opinion de SCHOEN, qui voit dans les fibres zonulaires une expansion protoplasmique des cellules de l'épithélium clair. Les fibres de la zonule ne sont pas formées de protoplasma au sens que l'on donne habituellement à ce mot, elles se rapprochent beaucoup par contre de ce qu'on nomme les formations cuticulaires.

WOLFRUM les considère comme telles et prétend que leur seule origine est dans la limitante externe. Ce n'est vrai qu'en partie, car il en existe d'autres qui tirent leur origine des plans côtes.

En résumé, nous dirons que les fibres zonulaires sont des formations exoplastiques de l'épithélium clair et qu'elles ont, comme le prouve l'étude du développement de la rétine ciliaire et du corps vitré, une origine névroglie.

CONCLUSIONS

I. La zonule des oiseaux est formée par un ensemble de fibres d'origine ciliaire. Les fibres naissent sur toute la longueur de la rétine ciliaire, depuis l'ora serrata jusqu'à l'angle irido-ciliaire. Elles sont fines et ressemblent aux fibres zonulaires des mammifères.

II. Elles proviennent aussi bien du fond des vallées ciliaires que de la crête ou des côtés des procès ciliaires.

III. — La couche des cellules claires seule leur donne naissance ; la couche des cellules pigmentées ne prend aucune part à leur formation. Les fibres zonulaires s'arrêtent à la limite des deux couches cellulaires.

IV. Les fibres zonulaires ne sont pas un prolongement protoplasmique des cellules claires. On ne saurait non plus les considérer comme des fibres conjonctives ou élastiques.

Indépendantes chez l'adulte du corps vitré elles ont gé-

nétiquement la même signification, c'est-à-dire qu'elles sont d'ordre névroglie. On ne doit pas cependant les confondre avec les fibres vitréennes.

V. Les fibres zonulaires sont des formations exoplastiques des cellules claires.

Vu :

Le Président de la Thèse,

Vu :

GUIART.

Le Doyen,

L. HUGOUNENQ.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Lyon, le 30 avril 1913.

Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,

P. JOUBIN.

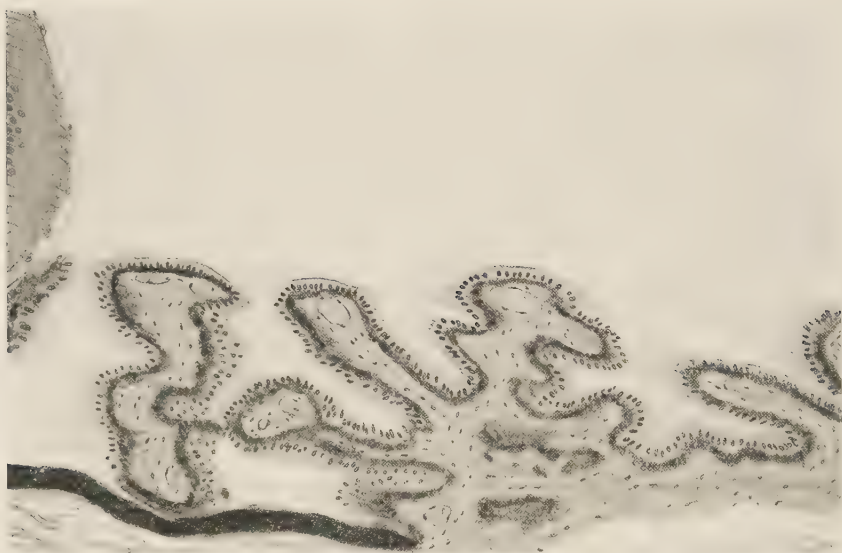


FIG. 1

OEIL DE PIGEON. — Fix. liq. de Bouin. *Color.* : fuchsine acide, bleu d'aniline de Mallory. Figure d'ensemble, montrant les rapports des fibres zonulaires avec la rétine ciliaire et la direction générale des fibres zonulaires, Gros. $\frac{1}{200}$.



FIG. 2

OEIL DE PIGEON. — *Fix.* Bouin. *Color.* : Fuchsine acide, bleu d'aniline de Mallory.
 Les fibres zonulaires proviennent de la couche claire de l'épithélium ciliaire. La
 couche pigmentée ne prend aucune part à leur formation. Gross. 4/500.

BIBLIOGRAPHIE

- 1902 ADDARIO (C.). — Sulla struttura del vitreo embryonale e dei neonati sulla matrice del vitreo et sull' origina della zonula, Pavia, p. 75.
- 1904 ADDARIO. — La matrice ciliare delle fibrille del vitreo, etc., *Archivio di oftalmologia*, p. 206.
- 1897 AGABABOW (A.). — Untersuchungen über die natur der zonula ciliaris, *Archiv. f. mikr. Anatomie*, Bd L, p. 563, 5888.
- 1881 ANGELUCCI (Ant.). — Ueber Entwicklung und Bau der vorderen Urealtractus der Vertebraten, *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd XIX.
- 1905 ANGELUCCI. — Physiologie générale de l'œil, fonctions nutritives, *Encyclopédie franç. d'ophthalmologie*, t. II, p. 2, 59.
- 1897 AMMON (Von). — Der Orbiculus capsulociliaris, etc., *Zeitsch. f. Ophth.*, Bd I, cité d'après Huschke.
- 1891 ANDERSON. — On the connexion between the suspensory ligament of the cristalline lens., *Proc. of the Roy. Society*, vol. XLIX, n° 298.
- 1832 ARNOLD. — Tr. Anat. und phys. Untersuch. über das Auge des Menschen. Heidelberg.
- 1874 ARDOLD (J.). — Die Linse und das Strahlenplättchen. Græfe Sæmich. Hand der Ges. Aug., Bd I, p. 288.
1912. BALDWIN. — Die Entwicklung der Fasern der Zonula Zinnii in Auge des weissen Mans nach der Geburt., *Arch. f. mikr. Anat.*
- 1886 BERGER (E.). — Bemerkungen zur Zonulafrage, *Arch. of opht.*, Bd XXXI, p. 3, 1886.
- 1896 BERGER (E.). — Historische Bermerkungen zur Anatomie der Ora Serrata retinæ, *Arch. f. Augenhlk*, Bd XXXII, p. 288.

- 1903 BERGER (E.). — Anatomie générale de l'œil, *Encyclop. franç. d'ophthalm.*, t. I, p. 236-373, Paris, Doin, éd., 1903.
- 1879 BRAILEY (W.-A.). — On the anatomy of the so-called pars ciliaris retinæ and suspensory apparatus of the lens of the human eye (*Guy's Hospital Report*, 3^e série, t. XXIV, p. 243).
- 1879 BRAILEY (W.-A.). — Some points concerning the anatomy of ciliary body, *Brith. med. Journal*, n^o 23, sept.
- 1886 CLAEYS. — De la région ciliaire de la rétine et de la zonule de Zinn, *Bull. Acad. Roy. de Méd., Belgique*, 3^e série, t. XX, p. 1301.
- 1888 CLAEYS. — De la région ciliaire de la rétine et de la zonule de Zinn, *Arch. de biologie*, t. VIII, p. 623, 1888.
- 1828 CLOQUET (J.). — Anatomie de l'homme, t. III, p. 345-347, 1828.
- 1896 COLLINS (E.-J.). — The glands of the ciliary body a reply to some recent criticisms concerning, *The Ophth. Review*, vol. XV.
- 1885 CZERMAK. — Zur Zonula frage, *Arch. of ophth.*, Bd XXXI, 1, 1885.
- 1900 DAMIANOFF (G.). — Recherches histologiques sur la cristalloïde et sur la zonule de Zinn. Thèse de médecine, Montpellier.
- 1883 DESSEAUER (E.). — Zur Zonulafrage, *Kin. Monatsbl.*, p. 94, 1883.
- 1902 EBNER (V.). — In Köllikers Handbuch der gewebelehre des Menschen, t. III, 2^e partie, 1902.
- 1900 FISCHER. — Die Regeneration der Linse Anat. Hefte, Bd XIV, 1900.
- 1902 FISCHER. — Weitere Mitteilungen über die Regeneration der Linse, *Arch. f. Entwicklungsmech*, Bd XV, p. 1, 1902.
- 1888 HENSELL (P.). — Recherches sur la structure et l'histogénèse du corps vitré normal et pathologique. Thèse de Paris, 1888.
- 1873 IWANOFF (H.). — The vitreous humour Strickers, *Handb. english ed. Sydenham Society*, p. 345-356, London.
- 1874 KÖLLIKER. — Mikroskopische Anatomie, p. 687.
KÖLLIKER. — Eléments d'histologie (2^e éd. franç., 5^e éd. allemande).

- 1877 KÖLLIKER (A.). — Zur Entwicklung des Auges der Wirbeltiere, Leipzig, 1877.
- 1909 LEBOUCC (G.). — Contribution à l'étude de l'histogénèse de la rétine chez les mammifères, *Arch. d'anat. microsc.*, pl. XVII et XIX, t. X, fasc. III et IV, p. 556-606.
- 1903 LENHOSSEK (Von). — Die Entwicklung des Glaskörpers Leipzig, F. C. W. Vogel, 1903.
- 1911 LENHOSSEK (Von). — Die Entwicklung und Bedeutung der zonula ciliaris. *Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft*, avril 1911, Leipzig.
- 1911 LENHOSSEK. — Die Entwicklung und Bedeutung der Zonula fasernach Untersuchungen am Hühnchen, *Arch. f. mik. Anat.*, Bd LXXVII, p. 280.
- 1872 LIEBERKÜHN. — Ueber das Auge des Wirbeltier embryoschriften d. Gesellsch. z. Bef. d. ges. Naturwissensch. zu Marburg Kassel.
- 1908 MAWAS (J.). — Sur la structure de la rétine ciliaire, *C. R. Acad. des Sciences*, 14 déc.
- 1908 MAWAS (J.). — Recherches sur l'origine et la signification histologique des fibres de la zonule de Zinn, *C. R. de l'Association des anatomistes*, réunion de Marseille, avril 1908, p. 73-78.
- 1908 MAWAS (J.). — Note sur l'origine des fibres de la zonule de Zinn, *C. R. Soc. de biologie*, 13 juin 1908, t. LXIV, p. 1029-1030.
- 1909 MAWAS (J.). — La structure de la rétine ciliaire et la sécrétion de l'humeur aqueuse. *C. R. Association des anat.* II^e réunion, Nancy, avril 1909, p. 280-85.
- 1910 MAWAS (J.). — Recherches sur l'anatomie et la physiologie de la région ciliaire de la rétine. Sécrétion de l'humeur aqueuse. Origine des fibres de la zonule de Zinn. Thèse de médecine, Lyon, 1910.
- 1912 MAWAS (J.) et MAGITOT (A.). — Etude sur le développement du corps vitré et de la zonule chez l'homme, *Arch. d'an. micr.*, 1912, t. XIV, p. 41-144.
- 1903 METZNER (R.). — Kurze Notiz über Beobachtungen am dem Ciliarkörper und dem Strahlenbändchen des Tierauges, *Verh. Natur. Ges. Basel.*, Bd XVI, p. 481-492, 1903.

- 1900 NUSSBAUM. — Entwicklungsgeschichte des Menschlichen Auges. Gräfe Sæmisch Handb. d. ges. Augenhalk, 2 Aufl., 1900.
- 1903 PEÉ (Von P.). — Recherches sur l'origine du corps vitré, *Arch. de biol.*, t. XIX, p. 317-385.
- 1898 RABL (C.). — Ueber den Bau und die Entwicklung der Linse, III, Teil. Die Linse der Säugetiere Rückblick und Schluss. *Zeitschr. f. wissensch. zool.*, Bd LXVIII, p. 29.
- 1903 RABL (C.). — Zur Glaskörperfrage *Anat. Anz.* Nr. 25.
- 1894 RETZIUS. — Ueber den Bau der Glaskörpern und der Zonula Zinnii in dem Auge des Menschen und einiger Tiere *Biol. Untersuch. neue Folge*, VI, n° 9, p. 67-87, pl. XXVIII-XXXII.
- 1900 SALZMANN (M.). — Die zonula ciliaris und ihr Verhältnis zur Umgebung Eine anatomische Studie Wien., 1900.
- 1910 SBORDONE (A.). — Sull' origine delle fibre della zonula di Zinn, *Ophthalmologica*, vol. I, fasc. I, p. 68-83, table V, 1910.
- 1895 SCHOEN (W.). — Zonula und ora serrata, *Anat. Anz.*, p. 360, 1895.
- 1901 SCHOEN (W.). — L'accommodation dans l'œil humain, *Arch. d'ophthalm.*, p. 81.
- 1892 SCHULTZE (O.). — Zur Entwicklungsgesch. der Gafähgsterns im Säugetierange *Testchrft. Kolliker*.
- 1899 SCHULTZE (O.). — Mikroskopische Anat. der Linse und des Strahlenbauchens Gräfe Sæmich, Handbuch, p. 30.
SCHULTZE (O.). — Anatomie de la rétine (Stricker Handbuch., éd. angl., Londres, Sydenham Society.)
- 1887 SCHWALTE. — Lehrbuch der Anat. der Auges, 1887.
- 1902 SPEE-GRAAF (V.). — Ueber den Bau der Zonulafasern und ihre Anordnung im Menschlichen Auge, *Verh. der Anat. Ges.* 16 Vers. Halle, p. 236-241.
- 1898 TERRIEN (F.). — Recherches sur la structure de la rétine ciliaire et l'origine des fibres de la zonule de Zinn. Th. méd. de Paris.
- 1899 TERRIEN (F.). — Mode d'insertion des fibres zonulaires sur le cristallin et le rapport de ces fibres entre elles, *Arch. d'ophth.*, t. XIX, p. 250-57.

- 1891 TOPOLANSKI. — Ueber Bau der Zonula und Umgebung nebst Bemerkungen über das albinotische Auge. V. Græfes. *Arch. f. opht.* Bd XXXVII, n° 1, p. 28-61.
- 1906 TOUFESCO (Sophie). — Sur le cristallin normal et pathologique. Th. méd., Paris.
- 1885 VIRCHOW (H.). — Ueber Form und Falten der corpus ciliare bei Säugetieren (*Morphol Jahrb.*, X, p. 437).
- WOELE (H.). — Recherches sur l'anatomie comparée de l'œil des vertébrés.
- 1775 WINSLOW. — Traité de la teste. Exposition anatomique de la structure du corps humain, t. III, première partie, p. 498 et suiv., Paris.
- 1908 WOLFRUM (M.). — Ueber Ursprung und Ausatz der Zonulafasern in menschlichen Auge Græfes, *Archiv. für Opht.*, Bd LXIX, n° 1, p. 148-171, 1908.
- 1775 ZINN (J.-G.). — Descriptio anatomica oculi humani iconibus illustrata. Cap. IV. De humore vitreo, p. 23 et suiv. apud videam Abrami Vandenbroek. Gottinge, 1775.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER.	
Historique.	43
CHAPITRE DEUXIÈME.	
Objets d'études et technique	19
CHAPITRE TROISIÈME.	
Description générale de la rétine ciliaire chez les oiseaux	23
CHAPITRE QUATRIÈME.	
Recherches personnelles	27
a) Définition de la zonule	27
b) Description de la zonule chez les oiseaux	27
c) Nature des fibres zonulaires.	33
CONCLUSIONS	35
BIBLIOGRAPHIE	37

